

Maciej Major, Izabela Major

WSPÓŁCZESNE DREWNIANE WIĄZARY KRATOWE - TECHNOLOGIA MITEK

Wprowadzenie

Ekologia jest jedną z wielu przyczyn, które wpływają na powracające zainteresowanie budową obiektów z drewna [1]. Odpowiednio prowadzona gospodarka leśna wiąże się z tym, że wraz z rosnącym zapotrzebowaniem obserwuje się przyrost surowca. Bez ingerencji człowieka naturalna regeneracja lasów niesie za sobą obumieranie starych drzew, gnicie lub uleganie samozapłonem z wydzielaniem CO₂. Regularna wycinka i ponowne zalesianie dają wymierne korzyści w postaci redukcji wydzielania się gazów cieplarnianych.

Drewno jest uznawane za najstarszy materiał budowlany, który od dawna był ceniony za swą wytrzymałość, lekkość oraz wartości izolacyjno-cieplne [2]. Jest surowcem naturalnym powszechnie stosowanym w budownictwie. Współczesne konstrukcje drewniane są odpowiednio zbrojone [3, 4], a istniejące często wzmacniane [5].

Do najistotniejszych cech drewna zalicza się jego mały ciężar objętościowy, wytrzymałość i sprężystość [2], niski współczynnik rozszerzalności termicznej. Ponadto drewno cechuje mały współczynnik przewodnictwa cieplnego, odporność na działanie czynników chemicznych, łatwość obróbki oraz łatwość wykonywania połączeń. Warto podkreślić, że drewno umożliwia wykonywanie prac nieuwarunkowanych czynnikami atmosferycznymi. Drewno posiada również wady, jednakże związane z ich występowaniem negatywne skutki mogą być obecnie skutecznie neutralizowane.

1. Wiązary drewniane - charakterystyka

Wiązary kratowe, zwane również dźwigarami, to ustroje płaskie składające się z połączonych ze sobą desek, które tworzą wspólnie układ połączonych trójkątów. Każdy wiązar składa się z pasa górnego oraz dolnego, a także słupków i krzyżulców. W węzłach stosuje się połączenie w postaci dwustronnie przybitych nakładek

(z płytek stalowych o gr. 2 mm albo ze sklejki wodoodpornej o gr. 12 mm). Pas dolny dźwigara stanowi konstrukcję stropu, natomiast pas górny jest połączeniem dachową. Wykonywane są z desek bądź bali. Do ich wykonania wykorzystuje się głównie drewno sosnowe po odpowiednim procesie suszenia oraz impregnacji. Wymaga się, aby drewno nie posiadało wilgotności większej niż 15%. Impregnacja natomiast ma zarówno zapewnić pełną ochronę przed korozją biologiczną, jak i zwiększyć odporność ogniową konstrukcji.

Wiązary drewniane są idealnym rozwiązaniem do domów, gdzie poddasze jest nieużytkowe, a dach projektowany jest jako dwuspadowy, o niewielkim kącie nachylenia. Niewątpliwą zaletą wiązarów jest ich lekkość, przez co konstrukcja nie jest narażona na nadmierne obciążenie. Mogą być stosowane w domach o konstrukcji drewnianej, a także murowej [6, 7]. Obecnie, gdy popularność tego typu rozwiązania konstrukcyjnego jest coraz większa, stosuje się je również w domach z poddaszem użytkowym.

Do najtańszych rozwiązań należą te dachy, które wykonane są z wiązarów jedno- lub dwuspadowych, bowiem na takich dachach wystarczy jeden rodzaj dźwigarów. Nie oznacza to jednak, że nie można z dźwigarów konstruować dachów bardziej skomplikowanych. Koszty takiego dachu będą jednak wyższe.

Zaletą wiązarów kratowych jest ich proste wykonanie, szybki montaż, lekkość konstrukcji więźby, możliwość budowania dachów o znacznych rozpiętościach oraz brak konieczności wykonywania stropu betonowego, ponieważ dolny pas wiązara tworzy już konstrukcję stropu nad ostatnią kondygnacją budynku.

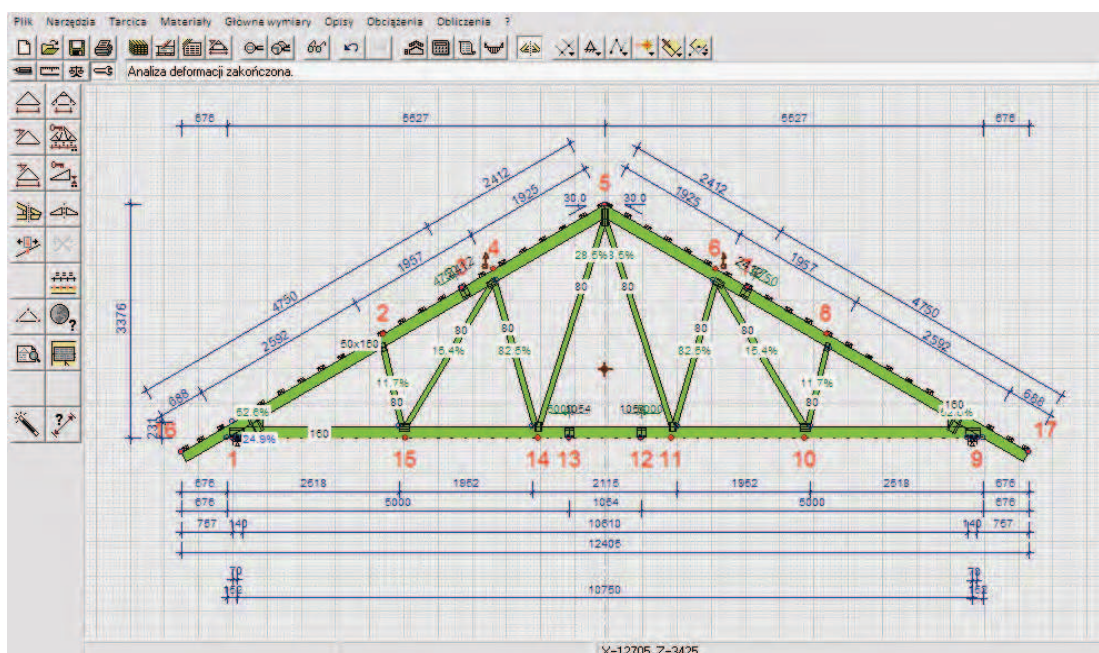
Do zalet wiązarów kratowych zaliczyć można również możliwość wykorzystania płytek kolczastych jako łączników elementów tarcicy, gwarantujących dużą siłę połączeń o niezmiennej i przewidywalnej wytrzymałości. Tarcica jako materiał konstrukcyjny ma znakomitą relację wytrzymałości do wagi. Jednakże konstrukcje z tarcicy często nie mogły osiągnąć w pełni możliwości, jakie daje materiał, z powodu relatywnie słabych połączeń (rodzaje takich połączeń zostały omówione w pracy [8]). Płytki kolczaste działają w sposób umożliwiający równomierne przejmowanie obciążeń z jednego elementu konstrukcji, przenosząc je poprzez łącznik na stykający się z nim drugi element. Ponieważ poprzez łączniki unika się koncentracji naprężeń, często występujących przy połączeniach gwoździowych i klejonych, w wielu przypadkach jest możliwe uzyskanie połączeń tak mocnych jak sama tarcica. Inną zaletą wynikającą ze sposobu działania płytek łącznikowych jest fakt przenoszenia obciążeń przez wiele zintegrowanych kolców, dzięki czemu na wytrzymałość nie wpływają w niekorzystny sposób małe miejscowe wady drewna. W wyniku wyczerpujących testów otrzymano parametry, które przy zastosowaniu właściwych współczynników bezpieczeństwa zapewniają wiarygodną informację projektową. Jeżeli odpowiednio wykorzystano dane dotyczące połączeń i zastosuje tarcicę sortowaną pod względem wytrzymałościowym, towiązary dachowe mogą być tak zaprojektowane, aby precyzyjnie odpowiadały indywidualnym potrzebom projektu. W ten sposób mogą być produkowanewiązary o dającym się przewidzieć zachowaniu i wysokiej efektywności.

Wykazano ponadto, że stosowanie prefabrykacji drewnianej konstrukcji dachu obniża koszty realizacji. Dzięki możliwej optymalizacji konstrukcji (poprzez zastosowanie zaawansowanych narzędzi projektowych) uzyskuje się obniżenie zużycia materiału na poziomie 20÷40% w stosunku do klasycznych konstrukcji więzby dachowej [7].

2. Narzędzia projektowe

Do optymalnego projektowania więzarów kratowych służą przeznaczone dla producentów specjalistyczne programy RoofCon/TrussCon. Umożliwiają one wygenerowanie kształtu i rozwiązań konstrukcyjnych dachu, zaprojektowanie i dokonanie analizy wytrzymałościowej odpowiednich jego elementów konstrukcyjnych, wygenerowanie dokumentacji techniczno-obliczeniowej oraz dokumentacji warsztatowej wraz z wyceną kosztów wykonania konstrukcji.

Dysponując biblioteką więzarów systemowych, projektant dobiera odpowiednie rozwiązanie, modyfikując w razie potrzeby wybrany kształt [9]. Dla konstrukcji wybranego więzara kratowego o określonej geometrii (rozpiętości i kącie nachylenia połaci) program generuje strukturę więzara (rys. 1).



Rys. 1. Geometria więzara kratowego - program TrussCon

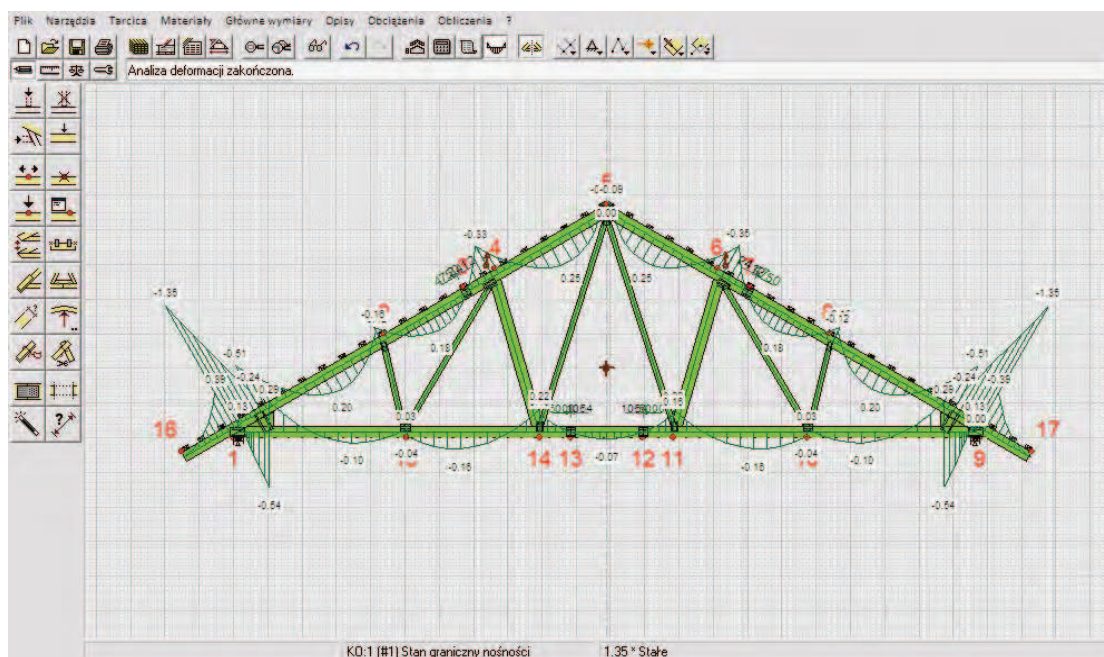
Następnie deklarujemy obciążenia i z chwilą dokonania obliczeń program określa nośności poszczególnych elementów, podając ich procentowy stopień wyęczenia. Moduł programu przelicza tarcicę, bazując na metodzie elementów skończonych z uwzględnieniem przekrojów zdefiniowanych przez użytkownika. Baza elementów umożliwia ponadto automatyczne dobranie styków połączenia pasów w zależ-

ności od długości zadeklarowanej tarcicy. Również automatycznie następuje dobór szerokości elementów skratowania dla uprzednio zadeklarowanej ich grubości. Tym samym program automatycznie dokonuje optymalizacji konstrukcji, dobierając przekroje poprzeczne względem wyłożonych elementów.

Po analizie wytrzymałościowej tarcicy tworzona jest też dokumentacja obliczeniowa, pozwalająca na weryfikację wykonanych obliczeń oraz ich sprawdzenie przez uprawnionego projektanta. Ocena poprawności dokonywana jest po zapoznaniu się z wykresami sił wewnętrznych, które generuje program dla analizowanej płaskiej konstrukcji kratowej więzara (rys. 2).

3. Optymalizacja naprężeń łącznika i tarcicy

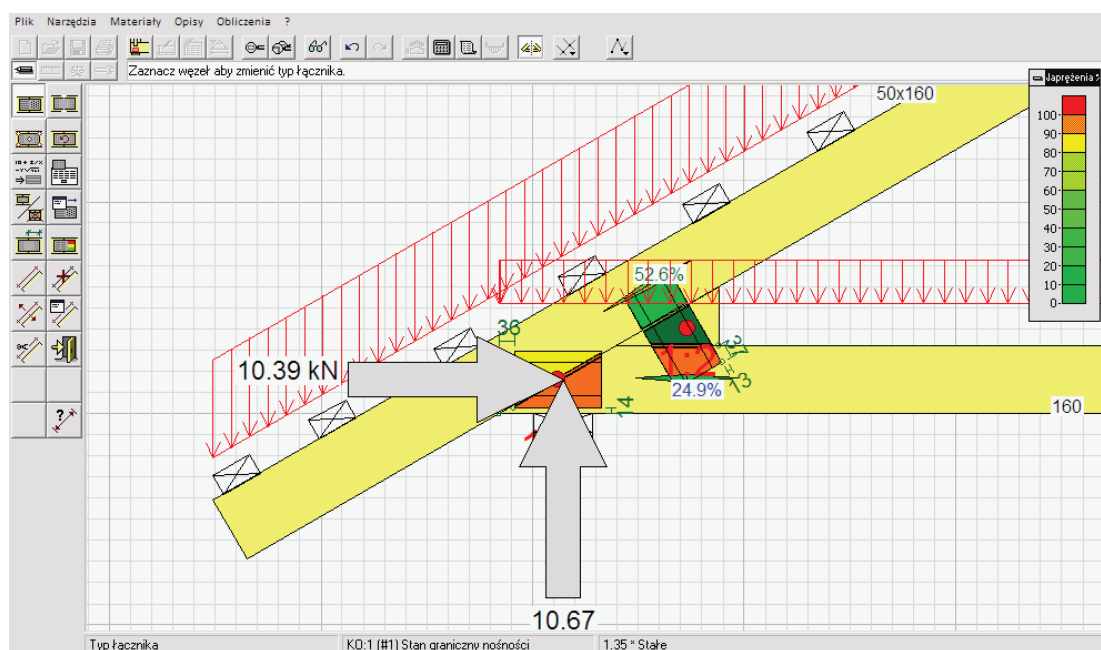
Z chwilą zwymiarowania drewnianego więzara przechodzimy automatycznie do projektowania połączeń. Program jest dostosowany do obliczeń połączeń, takich jak: płytka kolczasta, nakładka drewniana i płytka perforowana. Projektant zadaje połączenia w węzłach i na podstawie wykonanej analizy sił wewnętrznych program przystępuje do doboru płytki, jak również jej optymalnego umiejscowienia. Wyjątkową zaletą omawianego tu oprogramowania Mitek jest generowanie dokładnej dokumentacji warsztatowej, zwanej również instrukcją wykonania elementów dla potrzeb wytwórni. Przedmiotowa instrukcja obejmuje docięcia desek oraz wprasowanie łączników, a generowana przez program dokumentacja dla stanowiska pras zawiera ustawienie szablonów do więzarów oraz płytek w miejscach węzłów. Dane te w najnowszych modelach pił można przesyłać modemem do komputera piły.



Rys. 2. Przykładowy wykres momentów gnących więzara kratowego - program TrussCon

Automatyczne tworzenie dokumentacji produkcyjnej przez program konstrukcyjny usuwa ryzyko ludzkiej pomyłki i niewątpliwie eliminuje koszty jej przygotowania oraz wpływa na jakość końcowego produktu.

Podstawowym kryterium bezpieczeństwa pracy tak zaprojektowanej konstrukcji jest bezpieczeństwo pracy łączników oraz ograniczenie wzrostu naprężeń w strefie oparcia. Pierwszy z wymienionych aspektów program eliminuje poprzez dobranie rodzaju płytki, umożliwia również projektantowi ocenę jej wytrzymałości na podstawie wygenerowanej mapy naprężeń. Drugi z aspektów program niweluje, przyjmując automatycznie klin podparcia między pasem dolnym a górnym (rys. 3).



Rys. 3. Mapy nośności płytek kolczastych wygenerowane przez program TrussCon

Podsumowanie i wnioski

Niejednokrotnie istotnym czynnikiem kosztów inwestycji jest koszt wykonania samego dachu. Od jakości obliczeń uzależniona jest niewątpliwie efektywność pracy konstrukcji dachu, a ta dobrana w optymalny sposób ogranicza ponoszone koszty inwestycji. Automatyczne tworzenie dokumentacji produkcyjnej przez program konstrukcyjny ponadto usuwa ryzyko ludzkiej pomyłki i dodatkowo eliminuje koszty jej przygotowania oraz wpływa na jakość końcowego produktu. Są to zalety rozwiązań opartych na technologii automatycznego i zaawansowanego w istocie rzeczy procesu projektowego uzyskiwanego w oparciu o programy RoofCon/TrussCon.

Poza dokumentacją warsztatową niezbędną w procesie produkcji program dokonuje wyceny więzby na potrzeby ofertowania czy dla analizy niezbędnych do poniesienia przez inwestora kosztów. Pozwala to zakładowi prefabrykacji

na podanie precyzyjnej wyceny danej konstrukcji bez opierania się na wycenach szacunkowych przyjmowanych w oparciu o m^2 połączy czy m^3 tarcicy. Dzięki temu zarówno inwestor, jak i projektant zna z góry całkowity koszt więźby i może świadomie kształtować kompleksowo proces inwestycyjny.

Ponieważ program tworzy dokumentację przy pełnym zestawieniu potrzebnych materiałów, tym samym eliminuje możliwe do powstania rozbieżności w końcowym procesie realizacji inwestycji dla kratownicowej więźby drewnianej.

Literatura

- [1] Jura J., Ulewicz M., Šušťiaková M., Ďurica P., Ściany zewnętrzne budynków jednorodzinnych o konstrukcji drewnianej w aspekcie budownictwa energooszczędnego, *Budownictwo o Zoptymalizowanym Potencjale Energetycznym* 2014, 2(14), 7-15.
- [2] Lis A., Lis P., Charakterystyka wytrzymałości drewna jako jego podstawowej właściwości mechanicznej, *Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej* 2013, nr 169, *Budownictwo* 19, 77-86.
- [3] Major I., Major M., Obliczanie ugięcia zginanej zbrojonej dwuteowej belki drewnianej, [w:] *Tradycyjne i współczesne budownictwo drewniane*, red. nauk. J. Rajczyk, M. Rajczyk, T. Bobko, N. Kazhar, Wyd. PCz, Częstochowa 2007, 127-132.
- [4] Major M., Major I., Zasady zbrojenia drewnianych elementów zginanych kompozytami włóknistymi, [w:] *Tradycyjne i współczesne budownictwo drewniane*, red. nauk. J. Rajczyk, M. Rajczyk, T. Bobko, N. Kazhar, Wyd. PCz., Częstochowa 2007, 133-136.
- [5] Major M., Major I., Wzmacnianie belek z drewna litego ciągniami stalowymi, [w:] *Tradycyjne i współczesne budownictwo drewniane*, Wyd. PCz., Częstochowa 2008, 124-128.
- [6] Helbrych P., Charakterystyka więzarych drewnianych w budownictwie tradycyjnym, *Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej* 2013, nr 169, *Budownictwo* 19, 13-19.
- [7] Major M., Major I., Dachowe więzary kratowe - ekonomiczne rozwiązanie współczesnych więz dachowych, [w:] *Budownictwo o Zoptymalizowanym Potencjale Energetycznym* 2012, nr 1(9), 68-76.
- [8] Kysiak A., Regulska K., Złącza ciesielskie w tradycyjnych i nowoczesnych konstrukcjach drewnianych więz dachowych, *Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej* 2013, nr 169, *Budownictwo* 19, 61-68.
- [9] Major M., Major I., Trusses at Mitek technology - effective solution of the roof structures, [in:] *Proceedings of the 4th International Conference on Contemporary Problems in Architecture and Construction. Sustainable Building Industry of the Future*, Vol. 1, Edited by J. Rajczyk, A. Pabian, Częstochowa 2012, 316-320.

Streszczenie

W opracowaniu opisane zostały kratownice drewniane wykonane w technologii Mitek. Pokazano, że stosowanie nowoczesnych programów komputerowych daje duże możliwości wykorzystania płytek kołczastych jako połączeń elementów drewnianych. Na przykładzie kratownicy wykazano, że przy użyciu płytek kołczastych uzyskuje się dużą siłę połączenia o niezmiennej i przewidywalnej wytrzymałości. W ten sposób mogą być produkowane więzary o dającym się przewidzieć zachowaniu i wysokiej efektywności.

Słowa kluczowe: konstrukcje drewniane, więzary kratowe, Mitek, płytki kołczaste

Contemporary wooden trusses - Mitek technology**Abstract**

In the paper wood trusses made in the Mitek technology are discussed. It was shown that the use of modern software gives great scope to the use of fish plates as a connector of sawn timber elements. On example of a truss it was demonstrated that using a fish plate high force of connection with a permanent and predictable strength is obtained. In this way, the trusses with predictable performance and high efficiency can be manufactured.

Keywords: wooden structures, trusses, Mitek, fish plates